

# ACTIVE FILTER CHOKE COIL, ACTIVE FILTER CIRCUIT AND POWER SUPPLY DEVICE

**Publication number:** JP8321425

**Publication date:** 1996-12-03

**Inventor:** NAKAJIMA SUSUMU; YOSHIZAWA KATSUTO; MIKI HIROHIKO; ISHIMOTO TAKAYUKI

**Applicant:** HITACHI METALS LTD

**Classification:**

- **international:** H01F27/24; H01F37/00; H02J1/00; H01F27/24;  
H01F37/00; H02J1/00; (IPC1-7): H01F37/00;  
H01F27/24; H02J1/00

- **European:**

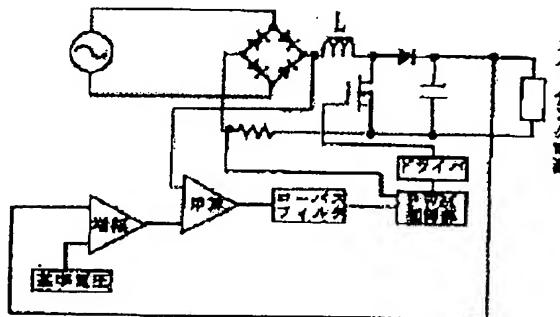
**Application number:** JP19950125388 19950524

**Priority number(s):** JP19950125388 19950524

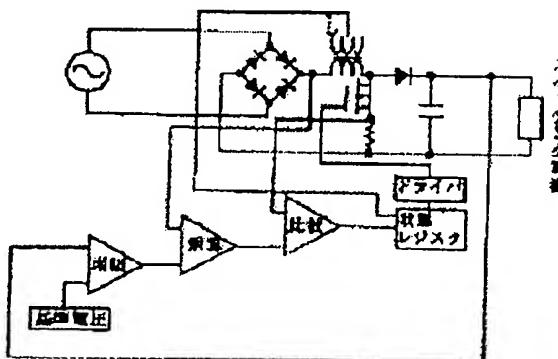
[Report a data error here](#)

## Abstract of JP8321425

**PURPOSE:** To realize compactness, high power factor and high efficiency by providing at least one wiring to a core having a gap in a part of a magnetic path thereof to set an outer diameter, an inner diameter, a height and effective initial permeability in a range of a specified value. **CONSTITUTION:** A nano crystal soft magnetic alloy thin band mainly composed of Fe wherein nano crystal grains occupy 50% or more of the entirety of a volume of structure is used. In a core wherein an outer diameter  $D_o$ , an inner diameter  $D_i$  and a height  $H$  satisfy a relationship of  $15\text{mm} \leq [(D_o + D_i)/2] \leq 85\text{mm}$ ,  $1.5 \leq D_o/D_i \leq 2.5$ , a gap is provided to a part of a magnetic path thereof so that effective initial permeability  $M_{ie}$  is  $100 \leq M_{ie} \leq 300$ . According to this constitution, a choke coil which has low temperature rise of a magnetic core caused by in-plane eddy current loss, is compact and has enough storage energy for an active filter can be obtained and temperature rise due to compactness and low loss of a choke coil can be restrained and a countermeasure can be taken against the problem of squeak.



( a )



( b )

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-321425

(43)公開日 平成8年(1996)12月3日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 F 37/00 27/24		9375-5E 7346-5G	H 01 F 37/00 H 02 J 1/00 H 01 F 27/24	A 3 0 3 H
H 02 J 1/00	3 0 3			

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全8頁)

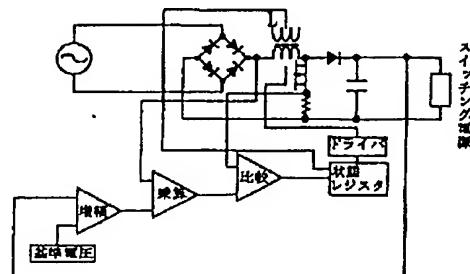
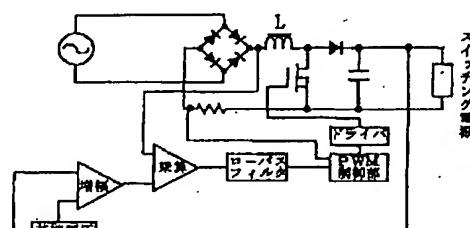
(21)出願番号	特願平7-125388	(71)出願人	000005083 日立金属株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
(22)出願日	平成7年(1995)5月24日	(72)発明者	中島 晋 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式会社磁性材料研究所内
		(72)発明者	吉沢 克仁 埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式会社磁性材料研究所内
		(72)発明者	三木 裕彦 鳥取県八頭郡郡家町土師百井150番地
		(72)発明者	石本 隆幸 鳥取県岩美郡国府町宮下139-2
		(74)代理人	弁理士 大場 充

(54)【発明の名称】 アクティブ・フィルタ用チョークコイルおよびアクティブ・フィルタ回路ならびに電源装置

(57)【要約】

【目的】 小型で低損失のアクティブ・フィルタ用チョークコイル、アクティブ・フィルタ、電源装置を提供する。

【構成】 ナノ結晶軟磁性合金薄帯を用い、外径D<sub>0</sub>、内径D<sub>i</sub>、および高さHが、 $1.5 \text{ mm} \leq [(D_0 + D_i)/2] \leq 8.5 \text{ mm}$ 、 $1.5 \leq D_0/D_i \leq 2.5$ なる関係にあり、実効比初透磁率 $\mu_{ie}$ が $100 \leq \mu_{ie} \leq 300$ となるように、その磁路の1部にギャップを設けたコアに巻線を設けたアクティブ・フィルタ用チョークコイル。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ナノ結晶粒が組織の体積全体の50%以上を占めるFeを主成分とするナノ結晶軟磁性合金薄帯を用い、外径D<sub>0</sub>、内径D<sub>i</sub>、および高さHが、 $1.5 \text{ mm} \leq [(D_0 + D_i) / 2] \leq 8.5 \text{ mm}$ 、 $1.5 \leq D_0 / D_i \leq 2.5$ なる関係にあり、かつ実効比初透磁率 $\mu_{ie}$ が $100 \leq \mu_{ie} \leq 300$ となるように、その磁路の1部にギャップを設けたコアに少なくとも1つの巻線を設けて構成したことを特徴とするアクティブ・フィルタ用チョークコイル。

【請求項2】 平滑フィルタに請求項1に記載のチョークコイルを用いたことを特徴とするアクティブ・フィルタ回路。

【請求項3】 入力側回路の少なくとも1部に請求項2に記載のアクティブフィルタ回路を構成したことを特徴とする電源装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は力率を改善するために電源の入力側に用いられるアクティブフィルタ用チョークコイルおよびアクティブ・フィルタ回路ならびにこれを用いた高力率の電源装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 商用電源を入力とするコンバータ、インバータ、チャッパー等のスイッチング電源の大部分においては、その一例を図2に示すが、コンデンサーインプット型の整流回路が用いられている。

【0003】 図2において、1は交流入力電源、2はダイオードブリッジ、3はコンデンサ、4は負荷である。本回路では、交流電源1から供給される交流電圧と交流電流をダイオードブリッジ2で整流した後、コンデンサ3により平滑し直流電圧および直流電流を得るものである。

【0004】 図2に示した回路における主要各部の電圧波形と電流波形を図3に示す。交流電源1から図3(a)に示す入力電圧V<sub>i</sub>が供給されると、コンデンサ3の端子間電圧形は図3(b)の実線に示した波形のようになる。なお、図3(b)の破線はコンデンサ3がない場合に負荷4に印加される電圧波形を示している。

【0005】 一方、図2の交流電源1から供給される電流波形は、図3(c)に示すように、図3(b)の実線で示される電圧波形における正の勾配部分に相当する期間のみに流れる高調波成分を多く含んだピーク値の大きなパルス状のものとなる。このような高調波成分を多く含んだ電流が電源ラインに流れることによる具体的な障害として、インテリジェントビルなどの受電設備に設かれている電圧と電流の位相差を吸収するためのコンデンサとリアクトルの直列回路におけるリアクトルの焼損や、コンピュータの誤動作などが指摘されている。

【0006】 このような問題を対策する方法として、様

々な方法が検討されている。入力ラインにリアクトルを挿入する方法は簡単な構成であるが、このリアクトルは商用周波数で使用されるため大型にならざるを得ず、高調波成分の抑制効果も必ずしも十分ではない。さらに、負荷電流が変化すると、整流平滑後の直流電圧も変動してしまう問題がある。このため、この方式は小出力電力かつ小型化が特に必要とされない用途に限定されてしまう問題がある。

【0007】 一方、入力ラインにアクティブ・フィルタを挿入する方式は、部品点数が増加し、コストが上昇することと、変換効率が低下するなどの問題があるが、高調波成分の抑制効果に優れ、小型化も容易であるという利点があり、高調波対策としては最も汎用性に富む方式である。

【0008】 アクティブ・フィルタとしては、例えば、コンデンサへ流れる電流を高速でスイッチングさせるトランジスタやMOS-FET等の半導体スイッチ素子によりバイパスすることにより、コンデンサへ流れる電流とトランジスタを介してバイパスされる電流の両者の平均で与えられる入力電流を正弦波に近づける方法がある。

【0009】 図4に昇圧チャッパ型アクティブ・フィルタ回路の1例を示す。図4において、1は交流入力電源、2はダイオードブリッジ、3はコンデンサ、4は負荷、5はMOS-FET、6はチョークコイル、7はダイオード、8は電流検出用の抵抗、9は制御回路である。本回路では、スイッチング素子であるMOS-FET 5のスイッチング周波数を高めることにより、フィルタとして必要なインダクタンスLの値とキャパシタンスCの値を小さくすることができる。即ち、本回路にその1例を示したアクティブ・フィルタでは、スイッチング周波数を高めることにより、チョークコイル6の小型化が図れる。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】 アクティブ・フィルタ用チョークコイル6としては、スイッチング電源の出力平滑回路に用いられるチョークコイルに比べて動作磁束密度量△Bが大きいため、スイッチング周波数を高めることにより、チョークコイルの小型化を図るには、コアロスの小さなコアを用いることが必要となる。

【0011】 また、アクティブ・フィルタ用チョークコイルには、交流入力電源の周波数50Hzないし60Hzの2倍の周波数にあたる可聴周波数領域の100Hzないし120Hzの成分を持った電流が流れるため、磁歪定数の大きな磁性材料を用いたコアを使用すると、磁歪震動による音鳴きの問題が生じる。したがって、アクティブ・フィルタ用チョークコイルには、磁歪定数の小さな磁性材料を用いたコアを用いることが望ましい。

【0012】 従来、アクティブフィルタ用チョークコイルには、ギャップを形成したフェライトコア、ギャップ

を形成した珪素鋼コア、ギャップを形成したFe基アモルファスコア、ノーギャップのFe基アモルファスコア、FeAlSi合金ダストコア、NiFe合金ダストコアを用いたチョークコイルが用いられている。

【0013】フェライトコアの飽和磁束密度は常温付近においても0.5T程度と小さく、そのキュリー温度も高々250°C程度と小さいため、アクティブ・フィルタ用チョークコイルの使用最高温度である120°C程度では、その飽和磁束密度が0.35T程度まで低下してしまう。このため、ギャップを形成したフェライトコアを用いたアクティブ・フィルタ用チョークコイルは、例えば、ギャップを形成したFe基アモルファスコアを用いたチョークコイルに比べて、その体積が5から10倍程度も大きくなってしまうという問題がある。

【0014】珪素鋼コアは、そのコアを構成する珪素鋼の板厚にもよるが、一般に入手し得る最小の板厚である50μmのものでも、その高周波領域のコアロスは、例えば、最も一般的な厚さ25μmのFe基アモルファスと比較した場合、約2.5程度も大きい。このため、ギャップを設けた珪素鋼コアをアクティブ・フィルタ用チョークコイルとして、最も一般的なスイッチング周波数領域である10kHz程度から数百kHz程度の周波数領域で使用した場合、コアの温度上昇が激しく、強制冷却によりコアの温度上昇を低下させないと実用にならないという問題が生じる。

【0015】Fe基アモルファスは、その飽和磁歪定数が $+30 \times 10^{-6}$ 程度と大きい。このため、コアの含浸処理が必要なギャップを形成したFe基アモルファスコアの場合、この含浸処理によってFe基アモルファスに加えられた歪の影響を受けて、そのコアロスは含浸処理前の数倍に増加してしまう。このため、ギャップを設けたFe基アモルファスコアをアクティブ・フィルタ用チョークコイルとして、最も一般的なスイッチング周波数領域である10kHz程度から数百kHz程度の周波数領域で使用した場合、コアの温度上昇が激しく、強制冷却などの手段によりコアの温度上昇を低下させないと実用とならないという問題が生じる。

【0016】この含浸処理によるコアロスの増加を対策するため、Fe基アモルファスの1部を結晶化させることによりFe基アモルファスに適度な歪を与えて実効比初透磁率 $\mu_{ie}$ をアクティブ・フィルタ用チョークコイルとして適当な数百程度まで低下させたノーギャップのFe基アモルファスコアが用いられている。

【0017】しかし、このノーギャップのFe基アモルファスコアの残留磁束密度は、その実効比初透磁率 $\mu_{ie}$ をどの程度とするかにもよるが、一般に、0.2Tから0.5T程度とギャップを形成したFe基アモルファスコアの見かけの残留磁束密度に比べ大幅に増加するため、その直流重疊特性も低下する。このため、ノーギャップのFe基アモルファスコアをアクティブ・フィルタ

用チョークコイルとして用いた場合、前記ギャップを形成したFe基アモルファスコアを用いたアクティブ・フィルタ用チョークコイルに比べて、その体積が1.5倍から2倍程度に大きくなってしまう問題がある。

【0018】さらに、ノーギャップのFe基アモルファスコアをアクティブ・フィルタ用チョークコイルに用いた場合には、前記した音鳴きの問題が生じる。この音鳴きを対策するため、コアが震動しないように含浸処理する手法が取られるが、この場合には、コアロスが増加してしまう問題がある。

【0019】なお、この音鳴きの問題については、前記ギャップを形成したFe基アモルファスコアの場合にも、このギャップ部で発生する。

【0020】FeAlSiダストコアを最も一般的なスイッチング周波数領域である10kHz程度から数百kHz程度のアクティブ・フィルタ用チョークコイルに使用した場合、飽和磁束密度が0.8Tと比較的小さいことに加えて、実効比透磁率 $\mu_{ie}$ も高々100程度と小さいため必要な数百 $\mu$ Hから数mH程度と大きなインダクタンスを得るための巻線の巻数が非常に多くなるため、例えば、ギャップを形成したFe基アモルファスコアを用いたアクティブ・フィルタ用チョークコイルに比べて、その体積が3から4倍程度も大きくなってしまうという問題がある。

【0021】NiFe合金ダストコアには、50%NiFe系合金ダストと80%NiFe系合金ダストの2つのタイプが存在する。50%NiFe系合金ダストは、原子%でNiを50%程度含み、残りの大部分がFeであり、場合によっては微量のMoやSiなどの添加元素を含み、その飽和磁束密度が1.5T程度の磁性材料を用いたものもある。80%NiFe系合金ダストは、原子%でNiを80%程度とMoを5%程度含み、残りの大部分がFeであり、場合によっては微量のMnなどの添加元素も含み、その飽和磁束密度が0.7T程度の磁性材料を用いたものである。

【0022】50%NiFe系合金ダストは、最も一般的なスイッチング周波数領域である10kHz程度から数百kHz程度の周波数領域で使用した場合、コアの温度上昇が激しく、強制冷却によりコアの温度上昇を防止しないと実用とならない問題が生じる。

【0023】80%NiFe系合金ダストは、前記のように、その飽和磁束密度が小さいため、例えば、ギャップを形成したFe基アモルファスコアを用いたアクティブ・フィルタ用チョークコイルに比べて、その体積が4倍程度も大きくなってしまうという問題がある。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、従来のアクティブ・フィルタ用チョークコイルは、小型化と低損失化を両立することができなかった。このため、このようなチョークコイルを使用したアクティブ・

フィルタも、小型、高効率、かつ高効率の3点を満足しえなかつた。さらに、このアクティブ・フィルタを用いた電源装置は、高効率とはなるものの、サイズが著しく大きくなるとともに、効率も大きく低下する問題があつた。

【0025】本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解決した小型で低損失のアクティブ・フィルタ用チョークコイル、およびこれを用いたアクティブ・フィルタ、ならびにこのアクティブ・フィルタを用いた電源装置を提供することである。

【0026】

【発明を解決するための手段】上記従来技術の問題点を解決するため、本発明者らは、ナノ結晶粒が組織の体積全体の50%以上を占めるFeを主成分とするナノ結晶軟磁性合金薄帯を用い、外径D<sub>o</sub>、内径D<sub>i</sub>、および高さHが、 $1.5 \leq [ (D_o + D_i) / 2 ] \leq 8.5$  mm、 $1.5 \leq D_o / D_i \leq 2.5$ 、かつ実効比初透磁率 $\mu_{ie}$ が $100 \leq \mu_{ie} \leq 300$ となるように、その磁路の1部にギャップを設けたコアに少なくとも1つの巻線を設けて構成したアクティブ・フィルタ用チョークコイルを利用するこつが有効であることを見いだした。

【0027】本発明に係わるナノ結晶合金は、例えば特公平4-4393号や特開平1-242755号に記載の合金を挙げることができる。本発明のアクティブ・フィルタ用チョークコイルに用いられるナノ結晶合金薄帯は単ロール法により作製した板厚が $4 \mu m$ から $40 \mu m$ 程度のものを用いるが、コアロスを下げるためには板厚が $4 \mu m$ から $25 \mu m$ 程度のものを用いることが望ましい。また、ギャップ長が短い場合にはギャップを形成したコアの実効比初透磁率 $\mu_{ie}$ を十分に下げることができないためチョークコイルとして使用した際に十分なエネルギーを蓄積し得ないと言う問題がある。一方、ギャップを長くし過ぎた場合にはコアの実効比透磁率 $\mu_{ie}$ が小さくなりすぎるために巻線の巻数を大きくしないとインダクタンスを大きく取れなくなるとともにギャップ部で漏れる磁束がナノ結晶合金薄帯面に対して垂直に入り込むことによって生ずる面内渦電流損失によるコアの温度上昇が問題となつてくる。

【0028】本発明者らは、検討の結果、外径D<sub>o</sub>、内径D<sub>i</sub>、および高さHが、各々、 $1.5 \leq [ (D_o + D_i) / 2 ] \leq 8.5$  mm、 $1.5 \leq D_o / D_i \leq 2.5$  の関係にあるコアにおいて、実効比初透磁率 $\mu_{ie}$ が $100 \leq \mu_{ie} \leq 300$ となるように、その磁路の1部にギャップを設ければ、アクティブ・フィルタ用として面内渦電流損失による磁心の温度上昇が低く、小型で十分な蓄積エネルギーを持つとともに、音鳴きの問題もほとんど認められないチョークコイルが得られるとの結論に到達した。

【0029】本発明によるチョークコイルを用いたアクティブ・フィルタ回路では、アクティブ・フィルタ回路で最も大きな体積を占める部品の1つであるチョークコ

イルの小型化と低損失化による温度上昇の抑制と音鳴きの問題の対策も可能となり、高効率かつ高信頼性を実現でき好ましい。

【0030】本発明によるアクティブ・フィルタ回路を入力側に用いた電源装置は、小型、高効率、低騒音かつ高信頼性を維持しつつ効率を改善することができ好ましい。

【0031】

【実施例】以下本発明を実施例に基づき説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

(実施例1) 片ロール法による融体急冷により、原子%でCuが1%、Nbが2%、Siが15.5%、Bが6.5%、残りが実質的にFeで占められる幅20mm、厚さ $20 \mu m$ のFe基アモルファス合金薄帯を作製した。次に、このFe基アモルファス合金薄帯を巻回して、外径6.5mm、内径3.5mm、高さ2.0mmのトロイダル形状のコアを8ヶ作製し、これらコアを窒素雰囲気中550℃で1時間熱処理した。熱処理後の8ヶのコアを構成する合金は、X線回折および透過電子顕微鏡による組織観察の結果、いづれも組織の50%以上が微細なbcc Fe相からなるナノ結晶合金であることが確認された。また、飽和磁歪を測定した結果、いづれのコアも $1 \times 10^{-6}$ 未満の低磁歪であることも確認された。

【0032】次に、これらのコアをエボキシ樹脂中に入れ真空含浸処理を行った後、恒温槽に入れ硬化させ8ヶのモールドコアを得た。これら8ヶのモールドコアの磁路の1ヶ所を外周スライサーにより切断した。磁路の1部を切断した各モールドコアの切断部に、各々、0.5mm、0.7mm、1.0mm、1.5mm、2.0mm、3.0mm、4.0mm、および5.0mmの厚さのポリエチレンテレフタレート(以下、PETと略す)のスペーサーを挿入した後、各コアのPETのスペーサーとコアの切断面を接着材で固定した。以上の工程により、ギャップ長の異なる8種類のギャップを形成したナノ結晶合金コアを得た。

【0033】これら8種類のギャップを構成したナノ結晶合金コアの外径D<sub>o</sub>と内径D<sub>i</sub>の平均である $[ (D_o + D_i) / 2 ]$ は5.0mmであり、この値に円周率πを掛けた値が平均磁路長となる。また、このときのD<sub>o</sub>/D<sub>i</sub>は1.87である。

【0034】製作した8種類のコア#a～#c、#A～#E、および比較に用いた同一寸法のギャップを形成したFe基アモルファスコア#イの磁気特性を表1に示す。表1において、直流重疊特性はコアの実効比透磁率 $\mu_{ie}$ が実効比初透磁率 $\mu_{ie}$ の1/2になるときの磁界であり、コアロスは周波数fが100kHz、磁束密度の波高値B<sub>m</sub>が0.1Tの磁束正弦波条件における値である。

【0035】

【表1】

コア名	ギャップ (mm)	実効比透磁率 $\mu_{ie}$	直流重畳特性 (A/m)	コアロス (kW/m <sup>3</sup> )
#a	0.5	610	213	470
#b	0.8	361	360	490
#A	1.0	298	447	510
#B	1.5	206	654	530
#C	2.0	171	807	550
#D	3.0	124	1113	590
#E	4.0	109	1267	620
#c	5.0	94	1470	810
#イ	1.5	187	707	1020

注) 直流重畳特性は、コアの実効比透磁率  $\mu_{ie}$  が  $1/2$  になるときの磁界。コアロスは、 $f = 100 \text{ kHz}$ 、 $B_m = 0.1 \text{ T}$  の磁束正弦波条件時の値。

【0036】次に、表1に示す9種類のコアを用いて、図1(a)にその回路構成を示す入力AC 60Hz、100V、出力DC 375V、2.1A、スイッチング周波数100kHz、効率0.93以上、力率0.99以上のアクティブ・フィルタを得るため、表2に示すようなチョークコイルを製作した。なお、本実施例のアクティブ・フィルタ用チョークコイルの直流重畳  $I_{DC} = 13 \text{ A}$  の時のインダクタンスは、計算の結果、500  $\mu\text{H}$  以上が必要であったので、極力この値になるように設計製作\*

\*した。なお、比較例1と比較例2の直流重畳  $I_{DC} = 13 \text{ A}$  の時のインダクタンスが500  $\mu\text{H}$  に満たないのは直流重畳特性が十分でないためである。

【0037】表2の各チョークコイルを前記アクティブ・フィルタに実装したときの、同チョークコイルの温度上昇、およびアクティブ・フィルタの効率と力率を表3に示す。ここで、アクティブ・フィルタの入力電圧はAC 100V、出力条件はDC 375V、2.1Aとした。

【0038】

【表2】

チョーク コイル名	コア名	巻線径 (mm)	巻数	$I_{DC} = 13 \text{ A}$ 時の インダクタンス( $\mu\text{H}$ )	直流抵抗 (mΩ)
比較例1	#a	1.8	26	198	19.4
比較例2	#b	1.8	41	336	30.7
本発明1	#A	1.8	48	508	35.9
本発明2	#B	1.8	50	511	37.4
本発明3	#C	1.8	53	507	39.6
本発明4	#D	1.8	56	518	41.9
本発明5	#E	1.8	59	514	44.1
比較例3	#c	1.8	62	507	46.4
比較例4	#イ	1.8	53	517	39.5

注) 巒線径は、銅線の直径を示す。

【0039】

40 【表3】

チョーク コイル名	コア名	チョークコイル の温度上昇(°C)	アクティブ ・フィルタ効率	アクティブ ・フィルタ力率
比較例1	# a	38	0.906	0.972
比較例2	# b	36	0.917	0.983
本発明1	# A	32	0.936	0.994
本発明2	# B	32	0.935	0.995
本発明3	# C	33	0.934	0.995
本発明4	# D	35	0.933	0.995
本発明5	# E	38	0.931	0.995
比較例3	# c	47	0.918	0.995
比較例4	# i	53	0.913	0.995

注) 入力AC100V、出力DC375V、2.1A。

【0040】実装状態におけるアクティブ・フィルタ用チョークコイルの周囲温度は、アクティブ・フィルタが実際に使用される周囲環境温度と実装条件により定まるが、周囲環境温度を50°C、アクティブ・フィルタの損失によるアクティブ・フィルタのケース内部の温度上昇を30°Cとすると、最悪の場合80°C程度に達する。このため、アクティブ・フィルタ用チョークコイルの許容温度上昇は、マグネットワイヤーを始めとする絶縁材料の耐熱温度が一般に130°Cであることを考慮して、10°Cのマージンを見込んだ40°C程度以下とする必要がある。

【0041】表3からわかるように、比較例1と比較例2は、アクティブ・フィルタ用チョークコイルの温度上昇は問題ないが、コア直流重畠特性が十分でないために直流重畠IDC=13Aのときのインダクタンスが設計上必要である500μH以上にできないため、アクティブ・フィルタの効率と力率が目標値に達していないことがわかる。

【0042】比較例3は、直流重畠IDC=13Aのときのインダクタンスは設計値を満足するため、アクティブ・フィルタの力率は目標を達成している。しかし、アクティブ・フィルタ用チョークコイルの巻数が多く直流抵抗が大きいため銅損が大きいことに加えて表1に示したようにコアロスも大きいため、同チョークコイルの温度上昇が許容値を大きく上回っている。さらに同チョークコイルの損失が大きいため効率も目標値に達していないことがわかる。

【0043】また、比較例4は、直流重畠IDC=13Aのときのインダクタンスは設計値を満足するため、アクティブ・フィルタの効率は目標を達成しているが、表1に示したようにコアロスが大きいため、同チョークコイルの温度上昇が許容値を大きく上回っていること、さらに同チョークコイルの損失が大きいため効率も目標値に達していないことがわかる。また、本チョークコイルでは、入力AC60Hzの2倍の周波数にあたる120Hzの音鳴きが若干認められた。

【0044】一方、本発明1から本発明5は、本実施例のアクティブ・フィルタで目標とする効率0.93以上、力率0.99以上を満足するとともに、アクティブ・フィルタ用チョークコイルの許容温度上昇である40°C以下も満足しており、前記比較例4で認められた音鳴きの問題もなく、アクティブ・フィルタ用チョークコイルとして極めて優れた特性を示した。さらに、本発明1から本発明5のチョークコイルを用いたアクティブ・フィルタは、効率ならびに力率とともに優れた特性を示すとともに、100kHzの高周波領域においてもアクティブ・フィルタ用チョークコイルの温度上昇を許容値以下にした信頼性の高いものとができる。

【0045】なお、本実施例における本発明のアクティブ・フィルタ用コアとその基本的な構造が同一であるナノ結晶粒が組織の体積全体の50%以上を占めるナノ結晶軟磁性合金薄帯を用い、磁路の1部にギャップを設けたコアに少なくとも1つの巻線を構成したことを特徴とするアクティブ・フィルタ用チョークコイルにおいては、さらに詳細な実験を行った結果以下のことも明らかになった。

【0046】コアの平均磁路長が小さくなると、前記本実施例の検討で明らかになったアクティブ・フィルタ用チョークコイルとして優れた特徴を示すために必要な実効比初透磁率 $\mu_{ie}$ を $100 \leq \mu_{ie} \leq 300$ とするためのギャップ寸法も小さくする必要がある。ギャップ寸法を著しく小さくした場合、ギャップの寸法精度の問題から、前記実効比初透磁率 $\mu_{ie}$ のばらつきが大きくなり、実用上著しい障害が生じる。この点について検討した結果、実用上十分なギャップ精度を得るためにコアの平均磁路長に比例するパラメータであるコアの外径D<sub>0</sub>とコアの内径D<sub>1</sub>で与えられるコア平均直径 $[(D_0 + D_1)/2]$ が1.5mm以上必要なことがわかった。

【0047】アクティブ・フィルタ用チョークコイルの巻線の電流密度は、コアを構成する磁性材料の温度特性、絶縁材料の耐熱温度、および周囲環境温度などの条件を考慮した上で選定されるが、一般には、3~8A/mm<sup>2</sup>の範囲である。

11

$\text{mm}^2$  程度に選定される。従って、大電流になるにつれて、断面積の大きな巻線を使用する必要が生じるが、本発明のアクティブ・フィルタ用チョークコイルで用いている閉磁路のコアの場合、巻線の作業性の問題から、これに巻く巻線の断面積にも制約がある。

【0048】このため、本発明によるアクティブ・フィルタ用チョークコイルにおいて、コアの外径 $D_o$ とコアの内径 $D_i$ で与えられるコア平均直径 [ $(D_o + D_i) / 2$ ] が、8.5 mmを超えた場合には、上記巻線の作業性の問題から巻線径が制限されてしまい、コアの持っている特性を十分に引き出すことができないこともわかった。したがって、コアの外径 $D_o$ と内径 $D_i$ の平均値 [ $(D_o + D_i) / 2$ ] は、 $1.5 \leq (D_o + D_i) / 2 \leq 8.5$  mmに選定しなくてはならないこともわかった。

【0049】本発明のアクティブ・フィルタ用チョークコイルのコアにおいては、コアの外径 $D_o$ と内径 $D_i$ の比である $D_o / D_i$ が1.5未満となったときには、アクティブ・フィルタ用チョークコイルとしての巻線に必要なスペースに対し、コアの窓面積が大きすぎて、チョークコイルの実装体積が必要以上に大きくなりすぎる問題がある。

【0050】一方、 $D_o / D_i$ が2.5を超えると、アクティブ・フィルタ用チョークコイルの巻線に必要なスペ

12

ースに対し、コアの窓面積が不足し、コアの磁気特性を十分に引き出せない問題があることもわかった。

【0051】このため本発明によるアクティブ・フィルタ用チョークコイルのコアにおいては、コアの外径 $D_o$ と内径 $D_i$ の比 $D_o / D_i$ を、 $1.5 \leq D_o / D_i \leq 2.5$ としなくてはならないこともわかった。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、小型かつ低損失のアクティブ・フィルタ用チョークコイルをえることができる。また、本発明のアクティブ・フィルタ用チョークコイルを用いることにより、小型、高効率、かつ高効率のアクティブ・フィルタが得られるとともに、このアクティブ・フィルタを用いた電源装置も、著しいサイズの上昇と効率の低下を招くことなく高効率にすることができます。

【図面の簡単な説明】

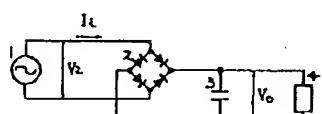
【図1】本発明に係わるアクティブ・フィルタの回路構成の例を示した図。

【図2】コンデンサインプット型の整流回路の1例を示した図。

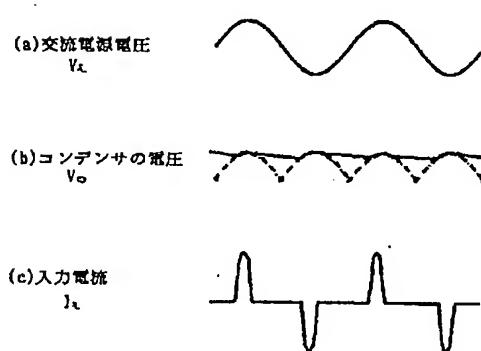
【図3】コンデンサインプット型の整流回路の主要各部の電圧波形と電流波形を示した図。

【図4】昇圧チョッパ型のアクティブ・フィルタ回路の1例を示した図。

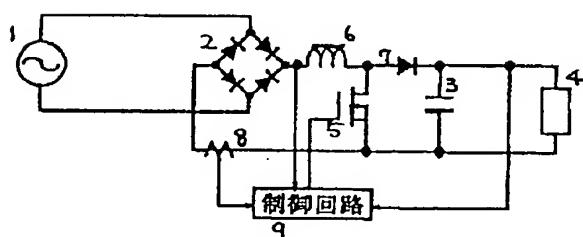
【図2】



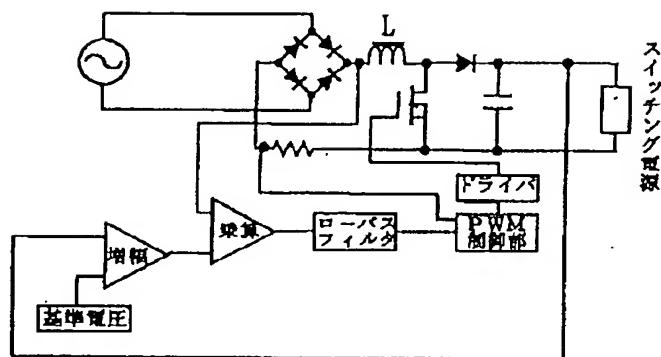
【図3】



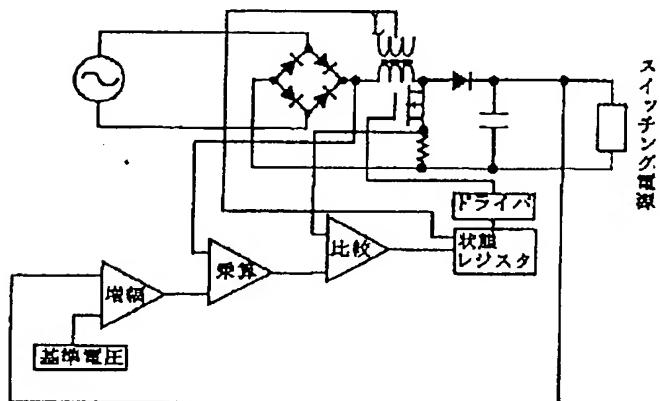
【図4】



【図1】



(a)



(b)